

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 2月19日
Date of Application:

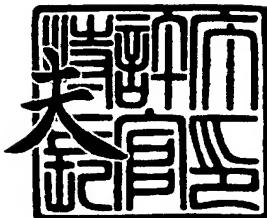
出願番号 特願2002-041913
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2002-041913]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年12月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願
【整理番号】 01J04594
【提出日】 平成14年 2月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法
【請求項の数】 11
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
【氏名】 加藤 正明
【特許出願人】
【識別番号】 000005049
【氏名又は名称】 シャープ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100065248
【弁理士】
【氏名又は名称】 野河 信太郎
【電話番号】 06-6365-0718
【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2001- 50558
【出願日】 平成13年 2月26日
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014203
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003084

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プリント基板表面に発光ダイオードチップを実装した発光ダイオードであって、

発光ダイオードチップが、基板と、

この基板表面に積層されたN型半導体層およびP型半導体層からなり、それらのP N接合面がプリント基板表面に対し垂直で、そのP N接合面近傍を発光部とする半導体層と、

この半導体層に電圧を印加する電極対と、

発光ダイオードチップの表もしくは裏、又はそのチップ内部に、前記P N接合面に略平行に形成され、発光部で発光された光を反射する光反射層とを備えた発光ダイオード。

【請求項 2】 基板が透明基板からなり、光反射層が、透明基板の表面もしくは裏面、または半導体層の表面に形成されてなる請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項 3】 光反射層が、透明基板の表面に形成されたD B R形回折格子構造からなる請求項2記載の発光ダイオード。

【請求項 4】 光反射層が、金属薄膜からなる請求項1または2記載の発光ダイオード。

【請求項 5】 金属薄膜が、透明基板の裏面に、直接または誘電体薄膜を介して形成されてなる請求項4記載の発光ダイオード。

【請求項 6】 金属薄膜が、Ni蒸着膜からなる請求項4または5記載の発光ダイオード。

【請求項 7】 誘電体薄膜がSiO₂膜またはAl₂O₃膜からなり、金属薄膜がAuBe蒸着膜またはAu蒸着膜からなる請求項5記載の発光ダイオード。

【請求項 8】 Ni蒸着膜が、その厚みを100nm以上としてなる請求項1～7のいずれか一つに記載の発光ダイオード。

【請求項 9】 SiO₂膜またはAl₂O₃膜がその厚みを3～60nmとし

、A_uB_e蒸着膜またはA_u蒸着膜がその厚みを3～60nmとしてなる請求項7記載の発光ダイオード。

【請求項10】 基板が、発光ダイオードチップの発光色に対して透明な透明基板からなる請求項1～9のいずれか一つに記載の発光ダイオード。

【請求項11】 基板と、この基板表面に積層されたN型半導体層およびP型半導体層からなり、それらのPN接合面近傍を発光部とする半導体層と、この半導体層に電圧を印加する電極対とからなる発光ダイオードチップを、プリント基板表面に実装して発光ダイオードを得ることよりなる発光ダイオードの製造方法であって、

発光ダイオードチップをプリント基板表面に実装するに際して、

予め発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記PN接合面に略平行で、発光部で発光された光を反射する光反射層を形成する工程と、

得られた発光ダイオードチップをプリント基板に、前記PN接合面がプリント基板表面に対して垂直に固着し、次いで発光ダイオードチップ電極対とプリント基板との間の電気的接続を行う工程と

を含むことを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光ダイオードおよびその製造方法に関し、さらに詳しくは発光ダイオード（以下、単に「LED」という）チップをプリント基板に、そのPN接合面がプリント基板表面に対して垂直になる状態に搭載されている基板タイプのサイド発光の表面実装型LEDおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来のサイド発光のLEDとしては、以下に示す3種類のLEDがある。

【0003】

まず1種類目は、実開平1-163352号公報に開示されているLEDであ

り、比較的厚手のプリント基板102の電極102a, 102bにLEDチップ101をダイボンドした後、Au線103を用いてワイヤボンドを施し、続いてモールドを施してモールド樹脂部104を形成し、さらに、ダイシングを施した後、LEDチップ101ごとに立てた状態でアッセイして得られたものである（図7参照）。このようなLEDは、一般に、サイド発光LEDと呼ばれている。

【0004】

2種類目は、特開平1-283883号公報に開示されているLEDであり、リフレクター105を備えた構造をもったインサート成形のフレームにてアッセイされたLEDチップ101に対して発光部を横向きにした状態で表面実装を行うことが可能な形状を有するLEDである（図8参照）。図中の符号103はAu線である。

【0005】

3種類目は、特開平10-125959号公報に開示されているLEDであり、比較的薄手のプリント基板102にLEDチップ（図示せず）をダイボンドおよびワイヤボンドした後、さらにドーム形状の透明樹脂部106で封止し、この透明樹脂部106表面をリフレクタとなる白色の樹脂部107で覆うことにより得られたLEDである（図9参照）。このLEDは白色の樹脂部107に設けられた開口部107aから光P101を放射するというものである。

【0006】

以上の3種類のLEDは、いずれも一般的なLEDベアチップをそのまま使用することにより得られたものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した3種類のLEDのうちの1種類目のLEDには、LEDの薄型化は容易であるが、実装するプリント基板表面に対してLEDチップが近接しているといった問題があるだけでなく、モールド樹脂とLEDチップ用の基板との隙間から半田フラックスが浸透して、LEDベアチップが汚染されといった問題もあった。

【0008】

さらに、2種類目および3種類目のLEDは、リフレクタを有した構造であるため、薄型化が困難であり、厚さは0.8mmが限界であるといった問題があった。

【0009】

本発明はこのような問題を解決すべく創案されたもので、薄型化が容易であり、かつ、信頼性の高い表面実装型LEDおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、プリント基板表面に発光ダイオードチップを実装した発光ダイオードであって、

発光ダイオードチップが、基板と、

この基板表面に積層されたN型半導体層およびP型半導体層からなり、それらのPN接合面がプリント基板表面に対し垂直で、そのPN接合面近傍を発光部とする半導体層と、

この半導体層に電圧を印加する電極対と、

発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記PN接合面に略平行に形成され、発光部で発光された光を反射する光反射層とを備えた発光ダイオードを提供する。

【0011】

すなわち、この発明によれば、N型半導体層およびP型半導体層を有し、それらのPN接合面がプリント基板表面に対し垂直で、そのPN接合面近傍を発光部とする半導体層を備え、かつ発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記PN接合面に略平行に形成され、発光部で発光された光を反射する光反射層を備えているので、発光部で発光された光を光反射層で反射させ、収束させて取り出すことができるので発光効率を高めることができる。

さらに、本発明によれば、半導体層の積層方向をプリント基板表面に沿う方向に設定でき、かつチップの電極対をプリント基板に近接させることができるので、

チップの高さ、つまり厚さを薄くすることができるとともに、ワイヤボンドが不要になる。

【0012】

本発明において、光反射層は、発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に形成されるが、具体的には光反射層は、透明基板の表面（この場合に発光ダイオードチップの内部となる）もしくは裏面、または半導体層の表面に形成される。

【0013】

光反射層の好ましい例としては、透明基板の裏面に直接または誘電体薄膜を介して形成されるか、基板の表面に直接形成される金属薄膜を挙げることができ、金属薄膜としては厚み：100nm以上のNi蒸着膜、透明基板の裏面に誘電体薄膜を介して形成する場合に誘電体薄膜を厚み：3～60nmのSiO₂膜またはAl₂O₃膜とし、金属薄膜を3～60nmのAuBe蒸着膜またはAu蒸着膜とすることができる。ここで、金属薄膜を透明基板の裏面に誘電体薄膜を介して形成する場合は、2つのチップ電極が透明基板の表面側と裏面側とのそれぞれに形成されている構造を有しているLEDチップにも反射ミラーを設けることができるので好ましい。

【0014】

なお、透明基板がその表面にDBR（Distributed Bragg Reflector、分布布拉ック反射形回折格子）構造を備える場合は、その回折格子構造自体で光を反射できるので、本発明においては、DBR構造を、発光ダイオードチップの内部に形成した光反射層の具体例として含める。

【0015】

また、前記透明基板はLEDチップの発光色に対して透明な基板であることが好ましい。

この場合には、透明基板により発光が妨げられることを防止できる。

【0016】

本発明は、別の観点によれば、基板と、この基板表面に積層されたN型半導体層およびP型半導体層からなり、それらのPN接合面近傍を発光部とする半導体

層と、この半導体層に電圧を印加する電極対とからなる発光ダイオードチップを、プリント基板表面に実装して発光ダイオードを得ることによる発光ダイオードの製造方法であって、

発光ダイオードチップをプリント基板表面に実装するに際して、

予め発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記P N接合面に略平行で、発光部で発光された光を反射する光反射層を形成する工程と、

得られた発光ダイオードチップをプリント基板に、前記P N接合面がプリント基板表面に対して垂直に固着し、次いで発光ダイオードチップ電極対とプリント基板との間の電気的接続を行う工程と

を含むことを特徴とする発光ダイオードの製造方法を提供できる。

【0017】

この発明に係る発光ダイオードの製造方法によれば、モールド樹脂の厚さを薄くすることができるとともに、ワイヤボンドが不要になる。

【0018】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の表面実装型LEDおよびその製造方法の実施の形態について説明する。

【0019】

なお、本実施の形態においては、GaN系の青色LEDチップまたは緑色LEDチップをLEDチップの一例として用いている。

【0020】

図1は、本発明の表面実装型LEDの一実施の形態を示す斜視図である。

【0021】

この表面実装型LEDは、LEDチップ1が、このLEDチップ1のP N接合面がプリント基板2表面に対して垂直になった状態で搭載されている基板タイプのサイド発光の表面実装型LEDである。

【0022】

そして、LEDチップの一表面上には光反射層が設けられている。本実施の形態

においては、P N接合面に平行な面に光反射層としての反射ミラー3が設けられている。

【0023】

さらに、LEDチップ1表面はモールド樹脂部（例えば透光性樹脂としてのエポキシ樹脂よりなる）4によって覆われており、LEDチップ1の2つのチップ電極5a, 5bそれぞれは、プリント基板2に設けられた2つのLED電極6a, 6bに半田ペースト7a, 7bを用いて電気的に接続されている。なお、半田ペースト7a, 7bの代わりに銀ペーストを用いてもよい。

【0024】

次に、本発明の表面実装型LEDの製造方法の一実施の形態について説明する

【0025】

図2は、本発明の表面実装型LEDを製造する際に用いられるGaNウエハを示す説明図であり、同図(a)はGaNウエハの一例を示す斜視図であり、同図(b)は、同図(a)に示した領域Aを示す部分拡大図である。また、図3は、図2に示すGaNウエハにダイシングを施すことにより得られたLEDチップを示す斜視図であり、図4は、図3に示すLEDチップを90度引き起こし矢印D1で示す方向から見た状態を示す側面図である。

【0026】

まず、サファイア基板等の絶縁性透明基板11上にN型AlGaInNクラッド層12、AlGaInN発光層13およびP型AlGaInNクラッド層14を気相成長させる。ここで、発光部は発光層13に形成され、P N接合面は発光層13とクラッド層14との間に形成されている。続いて、P型AlGaInNクラッド層14およびAlGaInN発光層13の所定の位置をエッチングして、N型AlGaInNクラッド層12の一部分を露出させ、N型AlGaInNクラッド層12の露出した部分（メサエッチ部）にTi/AIを蒸着して厚さ7nm以上のチップ電極5aをN電極として形成する。

【0027】

さらに、P型AlGaInNクラッド層14表面のほぼ全面にNiを蒸着して厚さ100nm以上の反射ミラー3を形成する。続いて、反射ミラー3を介して

P型AlGaNクラッド層14上方の所定の位置に金を蒸着して厚さ400nmのチップ電極5bをP電極として形成し、GaNウェハ8を得る。

【0028】

このような手順により得られたGaNウェハ8をX-Y方向に（図2（b）に示したダイシングラインLで）ダイシングして、縦150μm、横300μm、厚さ200μmのLEDチップ1に分割する。なお、ダイシングラインLはマトリクス状に配置されており、X方向（横方向）のダイシングラインLはチップ電極5a, 5b上を通過するものと通過しないものとが交互に配置されている。

【0029】

その後、LEDチップ1を90度回転させ、LEDチップ1をたてる（図4参照）。このとき、2つのチップ電極5a, 5bがLEDチップ1の一側面の下端部に配置されるようにLEDチップ1をたてる。

【0030】

この状態で、各LEDチップ1を、一般に実施されている手順と同様の手順（例えば、特開平9-36432号公報に開示されている手順）を用いて、図1に示すように、プリント基板2上に搭載する。

【0031】

この搭載の手順の一例としては、まず、プリント基板2上の所定の位置に接着剤（例えばエポキシ樹脂）を予め塗布しておき、この接着剤の上に各LEDチップ1をたてた状態で載置し、接着剤を硬化させることにより、LEDチップ1をプリント基板2上に搭載し（PN接合面がプリント基板2表面に対して垂直となる）、その後、LEDチップ1を搭載したプリント基板2を半田溶液にデイツビングするか、またはチップ電極5a, 5bおよびLED電極6a, 6b上付近に半田ペーストを塗布してリフローすることにより、チップ電極5a, 5bおよびLED電極6a, 6bを電気的に接続するといった手順がある。

【0032】

このとき、Ti/Alを蒸着して形成されたN型AlGaNクラッド層12上のチップ電極5aおよび金を蒸着して形成されたP型AlGaNクラッド層14上方のチップ電極5bには半田ペーストが付くが、Niを蒸着して形成

された反射ミラー3には半田ペーストが付かないので、N型AlGaNクラッド層12上のチップ電極5aとP型AlGaNクラッド層14上のチップ電極5bとが半田ペーストによりショートすることができない。

【0033】

さらに、図1に示すように、トランスファーモールドにて樹脂をコーティングしてモールド樹脂部3を形成する。

【0034】

その後、一般に実施されている手順と同様の手順（例えば、特開平9-36432号公報に開示されている手順）を用いて、プリント基板2をX方向にダイシングして各LEDチップ1を分割し、表面実装型LEDを得る。

【0035】

本発明の表面実装型LEDは前述のような構造を有しているとともにこのようない手順で製造されるので、反射ミラーによってAlGaN発光層からの発光をチップ電極形成面と反対方向の面に集めることができ、発光効率を高めることができる。

【0036】

なお、前述の実施の形態においては、透明基板としてサファイア基板を用いたGaN系のLEDチップを一例として用いていたが、発光色に対して透明な基板を用いた構造のLEDチップすべてについて適用可能である。例えば、透明基板としてSiC基板を用いたGaN型LEDチップ、透明基板としてGaN基板を用いた940nm帯で発光する赤外LEDチップ、透明基板としてGaN基板を用いたGaN-PLEDチップ、および透明基板としてGaN基板を貼り付けたInGaNAsPなる4元系LEDチップ（特開平6-302857号公報に開示されている）等にも適用できる。

【0037】

例えば、特開平6-302857号公報に開示されている各種のLEDチップに対して本発明を適用することができる。

【0038】

次に、このようなLEDチップに対して本発明を適用した場合の実施の形態に

について説明する。

【0039】

図5は、本発明の表面実装型LEDの他の実施の形態を構成するLEDチップの一例を示す斜視図であり、図6は、図5に示すLEDチップを矢印D2で示す方向から見た状態を示す側面図である。

【0040】

このLEDチップ20においては、導電性および透明性を有する基板を透明基板21として用いている。そして、この透明基板21表面にはN型半導体層、発光層、およびP型半導体層等からなる半導体層22が形成されており、この半導体層22表面の所定の位置には一方のチップ電極23aが形成されており、透明基板21の裏面の所定の位置には他方のチップ電極23bが形成されている。

【0041】

さらに、本発明を適用した場合には、透明基板21の裏面にはチップ電極23bとともに反射ミラー24も形成されている。

【0042】

反射ミラー24およびチップ電極23bを形成するには、まず、透明基板21の裏面に例えばSiO₂またはAl₂O₃を蒸着して誘電体薄膜を形成し、この誘電体薄膜の所定の位置（後にチップ電極23bを形成する位置）に直径80μmの穴を開ける（図5および図6には、この穴の真中をダイシングラインが通過するようにダイシングを施してチップ分割をした後のチップ電極23a, 23bが図示されている）。さらに、AuBe、Auを誘電体薄膜の全面に蒸着させ、熱処理を施すことにより、穴を形成した箇所にチップ電極23bを形成することができるとともに、透明基板21裏面のチップ電極23b周辺部に反射ミラー24を形成することができる。

【0043】

また、前述のLEDチップ以外に、透明基板の代わりに、基板表面にDBR（Distributed Bragg Reflector、分布布拉ック反射形回折格子）構造を有する反射ミラー層を備えたLEDチップを用いてLEDを製造した場合においても、前述の実施の形態の表面実装型LEDと同様の効果が

得られる。

【0044】

以上のごとく、本発明の表面実装型LEDは、透明基板と、この透明基板表面に設けられたN導体層、発光層およびP型半導体層から形成された半導体層と、この半導体層に電圧を印加する電極対とを備えたLEDチップが、半導体層のPN接合面がプリント基板表面に対して垂直になった状態で、プリント基板に搭載されているサイド発光の表面実装型LEDであって、LEDチップの内部、またはLEDチップの1つの面に光反射層が設けられているものであるので、プリント基板の厚さを0.1mmとし、LEDチップの高さを0.15mmにし、このLEDチップを覆うモールド樹脂の厚さを0.25mmにした場合においても、厚さ0.35mmのサイド発光の表面実装型LEDを得ることができ、より薄型化されたLEDを形成することができる。さらに、金線を用いたワイヤボンドを行わない構造を有しているため、LEDの不良原因の中で最も高い発生率を呈しているワイヤボンド不良が起こらず、LEDの信頼性の向上が図れる。

【0045】

また、前記透明基板はLEDチップの発光色に対して透明な基板である場合には、LEDチップからの放射光と反射ミラーからの反射光とを透明基板裏面から効率的に取り出すことができ、発光効率の向上を図ることができる。

【0046】

また、前記光反射層が透明基板裏面に設けられた誘電体薄膜とこの誘電体薄膜上に設けられた金属薄膜とにより形成されたものである場合には、2つのチップ電極が透明基板の表面側と裏面側とのそれぞれに形成されている構造を有しているLEDチップにも反射ミラーを設けることができ、様々なタイプのLEDチップを用いて発光効率のよいLEDを製造することができる。

【0047】

本発明の表面実装型LEDの製造方法は、透明基板と、N型半導体層、発光層およびP型半導体層から形成された半導体層と、この半導体層に電圧を印加する電極対とを備えたLEDチップが、この半導体層のPN接合面がプリント基板表面に対して垂直になった状態で、プリント基板に搭載されているサイド発光の表

面実装型LEDの製造方法であって、LEDチップの内部、またはLEDチップの1つの面に光反射層を設ける工程と、LEDチップをプリント基板に接着剤で固着した後、半田ペーストまたは銀ペーストを用いてLEDチップとプリント基板との間の電気的接続を行う工程とを含んでいるものであるので、プリント基板の厚さを0.1mmとし、LEDチップの高さを0.15mmにし、このLEDチップを覆うモールド樹脂の厚さを0.25mmにした場合においても、厚さ0.35mmのサイド発光の表面実装型LEDを得ることができ、より薄型化されたLEDを形成することができる。さらに、金線を用いたワイヤボンドを行わない構造を有しているため、LEDの不良原因の中で最も高い発生率を呈しているワイヤボンド不良が起こらず、LEDの信頼性の向上が図れる。

【0048】

【発明の効果】

この発明によれば、N型半導体層およびP型半導体層を有し、それらのPN接合面がプリント基板表面に対し垂直で、そのPN接合面近傍を発光部とする半導体層を備え、かつ発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記PN接合面に略平行に形成され、発光部で発光された光を反射する光反射層を備えているので、発光部で発光された光を光反射層で反射させ、収束させて取り出すことができるので発光効率を高めることができる。

さらに、本発明によれば、半導体層の積層方向をプリント基板表面に沿う方向に設定でき、かつチップの電極対をプリント基板に近接させることができるので、チップの高さ、つまり厚さを薄くするとともに、ワイヤボンドが不要になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の表面実装型LEDの一実施の形態を示す斜視図である。

【図2】

本発明の表面実装型LEDを製造する際に用いられるGaNウエハを示す説明図である。

【図3】

図2に示すGaNウェハにダイシングを施すことにより得られたLEDチップを示す斜視図である。

【図4】

図3に示すLEDチップを90度引き起こし夫印D1で示す方向から見た状態を示す側面図である。

【図5】

本発明の表面実装型LEDの他の実施の形態を構成するLEDチップの一例を示す斜視図である。

【図6】

図5に示すLEDチップを矢印D2で示す方向から見た状態を示す側面図である。

【図7】

従来のサイド発光のLEDの一例を示す斜視図である。

【図8】

従来のサイド発光のLEDの他の例を示す斜視図である。

【図9】

従来のサイド発光のLEDのさらに他の例を示す斜視図である。

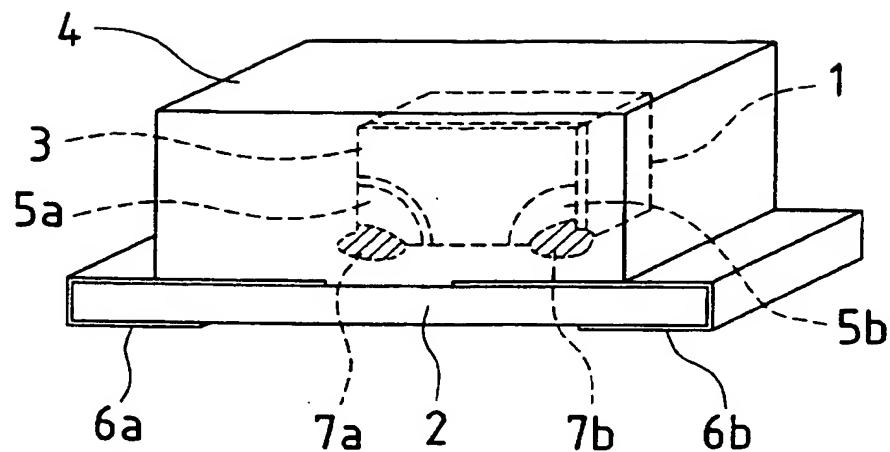
【符号の説明】

- 1 LEDチップ
- 2 プリント基板
- 3 反射ミラー
- 4 モールド樹脂部
- 5a, 5b チップ電極
- 6a, 6b LED電極
- 7a, 7b 半田ペースト

【書類名】

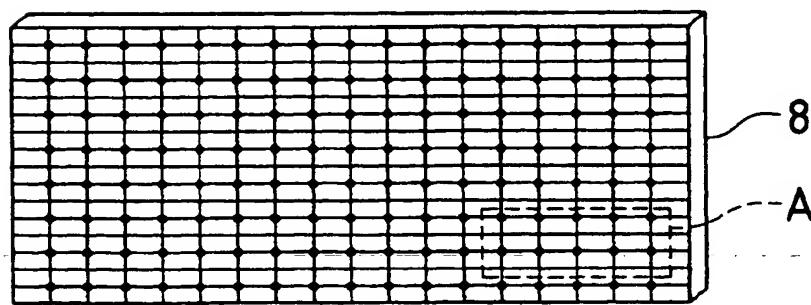
図面

【図1】

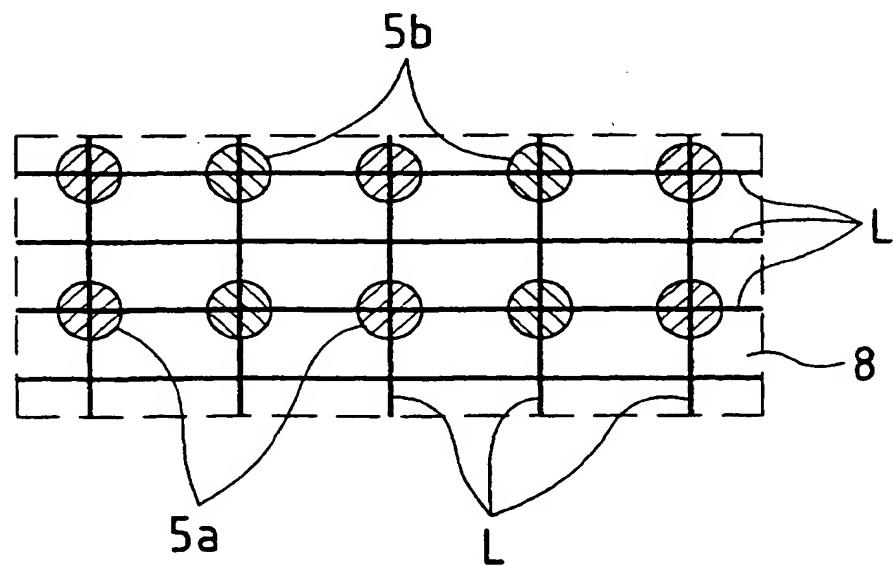


【図2】

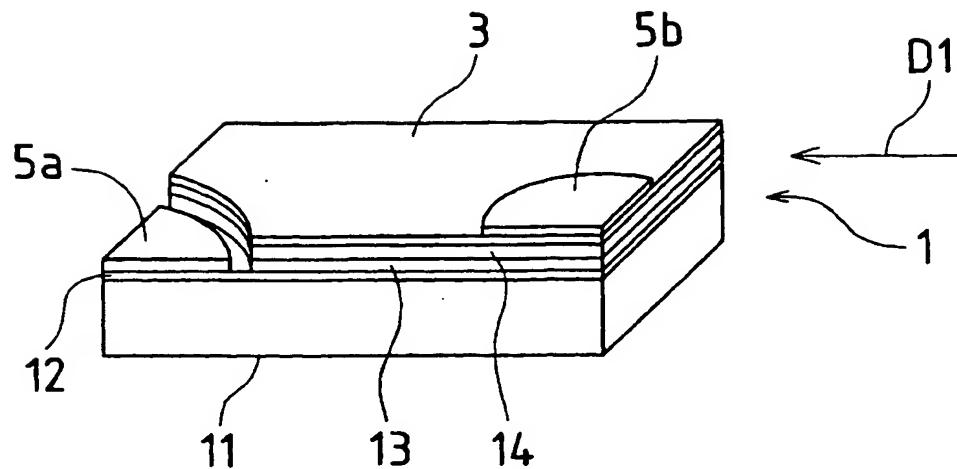
(a)



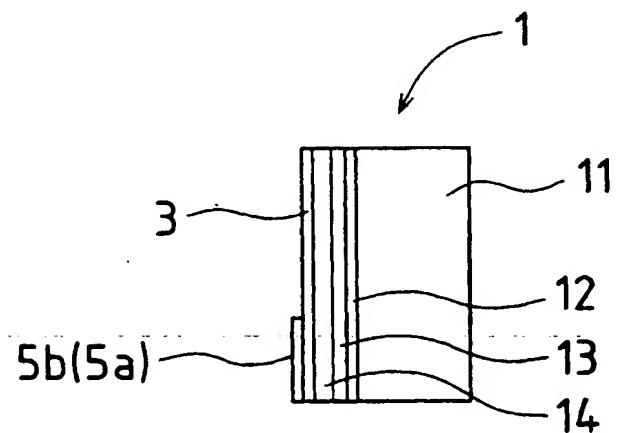
(b)



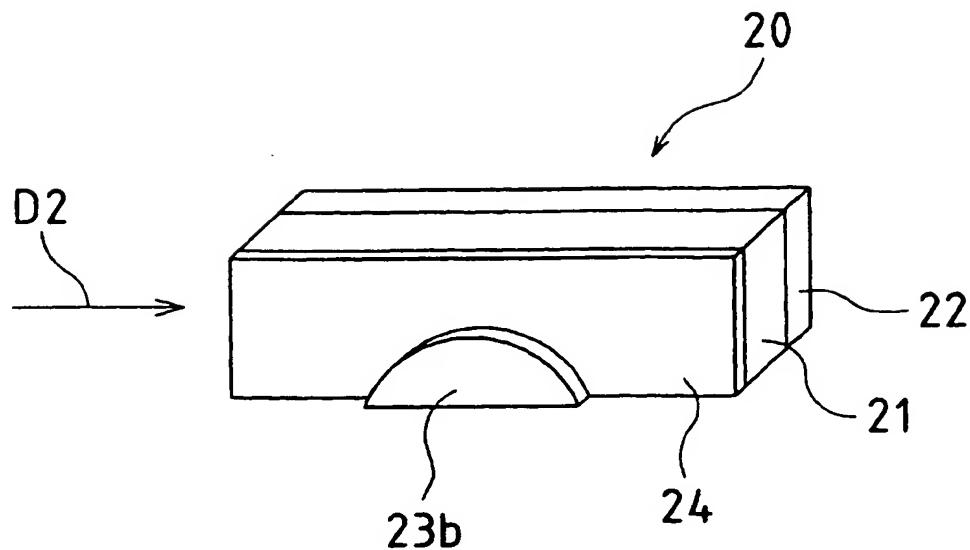
【図3】



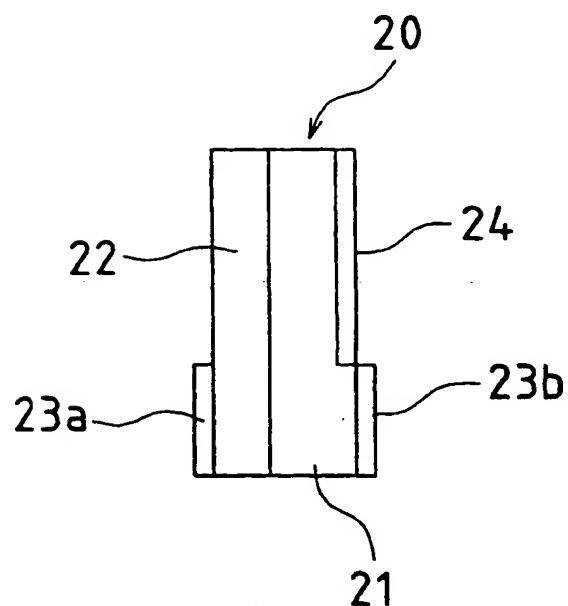
【図4】



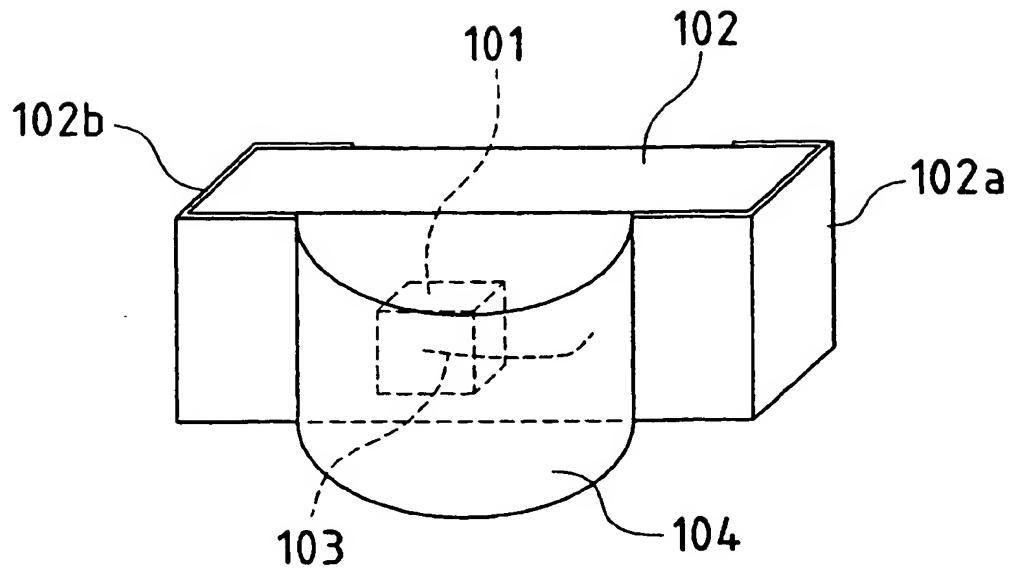
【図5】



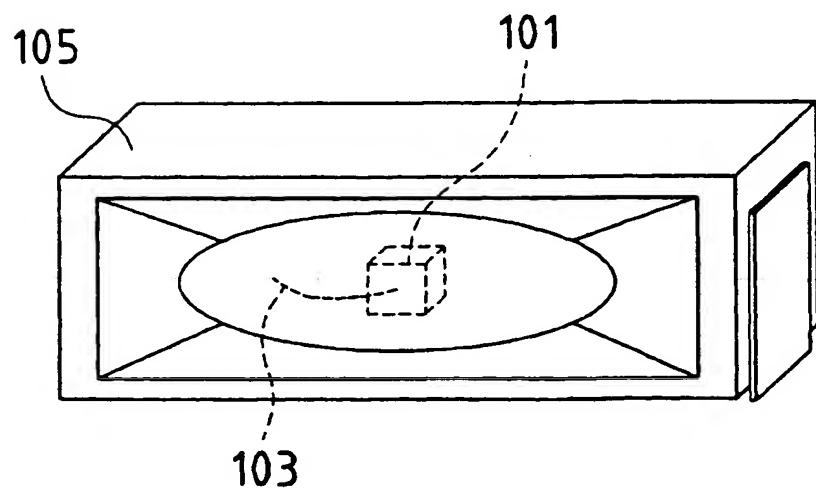
【図6】



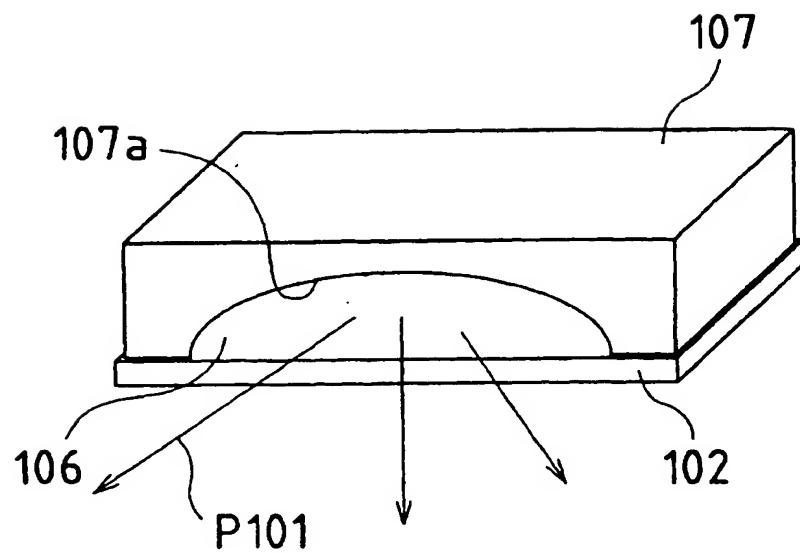
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 薄型化が容易であり、かつ、信頼性の高い表面実装型LEDおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 プリント基板表面に発光ダイオードチップを実装した発光ダイオードであって、

発光ダイオードチップが、基板と、

この基板表面に積層されたN型半導体層およびP型半導体層からなり、それらのPN接合面がプリント基板表面に対し垂直で、そのPN接合面近傍を発光部とする半導体層と、

この半導体層に電圧を印加する電極対と、

発光ダイオードチップの表もしくは裏、またはそのチップ内部に、前記PN接合面に略平行に形成され、発光部で発光された光を反射する光反射層とを備えた発光ダイオード。

【選択図】 図1

特願2002-041913

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏名 シャープ株式会社